

1.Бондаренко В.М., Чихладзе Э.Д. К расчету устойчивости гибких железобетонных статически неопределимых стержней // Межотраслевые вопросы строительства: реф. сб. – М., 1970. – Вып. 5. – С.22-26.

2.Геммерлинг А.В. Несущая способность стержневых стальных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1958. – 66 с.

3.Гольшев А.Б., Бачинский В.Я., Полищук В.П. Железобетонные конструкции. Т.2. – К.: НИИСК Госстроя Украины, 2003. – 410 с.

4. Золотов М.С., Симейко И.В. Несущая способность и деформативность гибких железобетонных стержней // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.72. – К.: Техніка, 2006. – С.343-347.

5.Золотов М.С., Симейко И.В. Виды исчерпания несущей способности стержней при сжатии // Ресурсоэкономні матеріали, конструкції будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.15. – Рівне: НУВГП, 2007. – С.168-173.

6.Чихладзе Э.Д. Соппротивление материалов. – Харьков: УкрГАЗТ, 2002. – 362 с.

*Получено 14.04.2011*

УДК 691 : 620.1

А.Н.ШАПОВАЛОВ, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФАСАДНЫХ ГРАНИТНЫХ ПЛИТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КУЛЬТУРНО-КОММЕРЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В г.ХАРЬКОВЕ**

Приведены результаты исследований физико-механических характеристик импортного искусственного гранита, используемого в качестве отделочного фасадного материала при строительстве культурно-коммерческого комплекса в г.Харькове.

Наведено результати досліджень фізико-механічних характеристик імпортного штучного граніту, що використовується як оздоблювальний фасадний матеріал при будівництві культурно-комерційного комплексу в м.Харкові.

Results of investigations of physical and mechanical characteristics of imported artificial granite, used as a finishing cladding material in the construction of cultural and commercial complex in Kharkov.

*Ключевые слова:* искусственный гранит, испытания, прочность, сжатие, растяжение, изгиб, влагопроницаемость, температурное расширение.

При строительстве культурно-коммерческого комплекса в г.Харькове по ул.Сумской, 10 в качестве наружного фасадного отделочного материала был запроектирован гранит, входящий в комплексную систему вентилируемых фасадов (автор проекта В.А.Дроздов). На строительную площадку поступил от заказчика импортный отделочный материал китайского производства, именуемый гранитом, без соответствующих сопроводительных документов и сертификатов.

Потребовалось выполнить специальные лабораторно-диагностические исследования для определения простейших физико-механических характеристик поставляемых отделочных гранитных плит и

спрогнозировать надежность их эксплуатации. Исследований в данном направлении существует явно недостаточно [1, 2]. А те, что приведены в литературе, не охватывают всю полноту характеристик испытываемых материалов.

В связи с этим были заготовлены на строительной площадке специальные образцы из полученных фасадных гранитных плит, доставлены в сертифицированную лабораторию кафедры строительных конструкций ХНАГХ и проведены испытания в соответствии с нормативными требованиями [3-5].

На основании проведенных исследований получены прочностные характеристики материала на сжатие, растяжение, изгиб, получены параметры средней плотности, а также водопоглощения и температурного уширения.

#### *1. Описание образцов фасадных гранитных плит*

Для определения физико-механических характеристик поступившего строительного материала в виде гранита были изготовлены специальные образцы. Исходными размерами фасадных плит были 400х1200х30 мм. Из этих плит были вырезаны следующие образцы:

- для испытания на сжатие мелкогабаритные плитки 100х100х30 мм – 9 шт.;
- для испытания на растяжение – 30х40х300 мм – 3 образца;
- для испытания на изгиб – 30х150х400 мм – 3 образца.

По своей структуре испытываемый материал представлял собой однородную крупнозернистую массу бледно-розового цвета. По технологии изготовления материал напоминает искусственный гранит, полученный путем затворения высокопрочного светлого цемента и гранитной крошки. Подтверждением искусственного происхождения служит неполированная тыльная сторона фасадных плит, имеющая пупырчатую шероховатую поверхность. Наружная сторона плит имеет гладкую полированную поверхность.

#### *2. Порядок проведения лабораторных испытаний*

Поскольку получить гостированные образцы из имеющихся привезенных плит толщиной 30 мм было сложно, то пришлось создать искусственные кубики размером 100х100х90 мм путем соединения в одном кубике трех плиток 3х10х10 см. Эти плитки были приклеены друг к другу на цементном тесте и выдержаны в течение 7 дней. Затем полученные образцы испытывались на сжатие на прессе ПСУ-250, что позволило близко подойти к стандартным кубикам 10х10х10 см.

Для испытания на растяжение были непосредственно испытаны заготовленные ранее линейные образцы гранита размером 3х4х30 см на прессе ИР-1000.

При испытании на прочность при изгибе были использованы пластины 3х15х40 см, уложенные горизонтально и опирающиеся на две цилиндрические опоры. Базой для испытания было расстояние 30 см, а внешнее нагружение прикладывалось посередине как для балки на двух опорах. Такая схема рекомендована ГОСТ 30629-99 [5].

Определение плотности исследуемого материала производилось путем взвешивания отдельных образцов различных размеров на лабораторных весах и определения размеров образцов при помощи штангенциркуля.

При оценке водопоглощения образцы в виде плиток помещались в воду при температуре 20 °С и выдерживались в ней в течение 48 ч, затем взвешивались на лабораторных весах.

Все лабораторные исследования проводились в сертифицированной лаборатории кафедры строительных конструкций (свидетельство об аттестации лаборатории №100-3284/2009 от 1.06.2009 г., выданное Институтом метрологии и стандартизации г.Харькова).

### 3. Результаты испытания образцов на сжатие, растяжение, изгиб и водопоглощение

Перед проведением испытаний по оценке прочностных характеристик исследуемого материала была определена его средняя плотность. Результаты этих исследований приведены в табл.1.

Таблица 1 – Определение средней плотности гранита (объемной массы)

№ п/п	Габаритные размеры, см			Объем V, см <sup>3</sup>	Масса m, г.	Объемная масса ρ, г/см <sup>3</sup> (т/м <sup>3</sup> )
	a	b	h			
1	10,2	9,6	2,9	283,97	720	2,54
2	10,2	9,7	2,9	286,93	725	2,53
3	10,0	9,9	2,9	287,10	735	2,56
4	40,85	14,8	2,9	1753,28	4420	2,52
5	30,85	2,85	3,95	347,3	915	2,61
Среднее значение						2,55 г/см <sup>3</sup>

Таким образом, для практических расчетов вес применяемого материала гранита можно принимать в пределах 2,55-2,6 т/м<sup>3</sup>.

Определение физической прочности гранита на сжатие проводилось на ранее изготовленных трех кубиках с номинальными размерами 10х10х9 см. Результаты испытаний приведены в табл.2.

Учитывая влияние масштабного фактора при испытании образцов, а также несколько заниженную высоту  $h \approx 9,3$  см (вместо 10), необходимо при оценке прочности на сжатие ввести коэффициент 0,75. Тогда прочность материала будет равна  $R=1147,58 \times 0,75=860,68$  кг/см<sup>2</sup>.

Таблица 2 – Определение физической прочности при сжатии

№ п/п	Габаритные размеры, см			Площадь А, см <sup>2</sup>	Разрушающее усилие Р, кг	Предел прочности R, кг/см <sup>2</sup>
	a	b	h			
1	10,0	9,9	9,3	99,0	125000	1262,63
2	10,0	10,0	9,4	100,0	103000	1030,00
3	10,1	9,9	9,2	99,99	115000	1150,12
Среднее значение						1147,58 кг/см <sup>2</sup>

Испытания образцов на прочность при изгибе приведены в табл.3. В качестве прессового оборудования использовался пресс ИП-100 с точностью деления манометра 10 кН (1 кг).

Таблица 3 – Результаты определения предела прочности при изгибе

№ п/п	Габаритные размеры, см		База l, см	Разрушающая нагрузка Р, кг	Предел прочности R <sub>изг</sub> , кг/см <sup>2</sup>
	b	h			
1	15,0	3,0	30,0	570	190
2	15,0	3,0	30,0	510	170
3	15,2	2,9	30,0	490	158
Среднее значение					172,7 кг/см <sup>2</sup>

На растяжение испытывались три образца с номинальными размерами 3х4х30 см. Результаты испытаний приведены в табл.4.

Таблица 4 – Результаты испытания прочности образцов на растяжение

№ п/п	Габаритные размеры, см			Площадь А, см <sup>2</sup>	Разрывное усилие, кг	Предел прочности на растяжение, кг/см <sup>2</sup>
	a	b	l			
1	3,9	3,0	29,0	11,7	140	11,96
2	4,1	3,0	29,0	12,3	160	13,00
3	4,0	2,9	30,0	11,6	170	14,65
Среднее значение						13,2 кг/см <sup>2</sup>

Определение водопоглощения проводилось на трех образцах, имеющих неправильную форму, которые образовались как элементы разрушения в процессе испытания образцов на прочность. Данные образцы помещались в воду с температурой +18 °С на 48 ч. Образцы взвешивались до помещения в воду и после двухсуточного пребывания в ней.

Весовые характеристики до помещения в воду:  $G_1 = 245$  г,  $G_2 = 265$  г,  $G_3 = 475$  г; после водонасыщения  $G'_1 = 246,5$  г,  $G'_2 = 266,3$  г,  $G'_3 = 477$  г. Процент водонасыщения определялся по формуле

$$W = \frac{G'_1 - G_1}{G_1} \cdot 100.$$

На основании выполненных расчетов  $W_1 = 0,6\%$ ,  $W_2 = 0,49\%$ ,  $W_3 = 0,42\%$ . Среднее значение  $W_{cp} = 0,503\%$ . Данный показатель несколько превышает нормативные данные, находящиеся в пределах 0,3-0,4% для искусственных гранитов [1].

#### 4. Определение коэффициента линейного расширения

Чтобы установить коэффициент линейного температурного расширения, использовались удлиненные образцы размером 3x4x30 см. Данные образцы замерялись штангенциркулем в продольном направлении и затем помещались в термостат и разогревались до температуры 150<sup>0</sup>C, после чего выполнялось измерение длины образца.

Исходная длина образца  $l_0 = 301,5$  мм, длина при температуре 150<sup>0</sup>C  $l_t = 302,4$  мм;

$$\alpha_t = \frac{l_t - l_0}{l_0 \Delta t} = \frac{302,4 - 301,5}{301,5 \cdot 130} = 0,000023 = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ м/(м·град)}.$$

Для второго образца  $\alpha_t = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ м/(м·град)}$ .

Среднее значение  $\alpha_{t\text{cp}} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ м/(м·град)}$ .

Для средних однородных гранитов  $\alpha_t = 0,79 \cdot 10^{-5} \text{ м/(м·град)}$ , т.е. испытуемые образцы по деформативным температурным характеристикам ближе всего примыкают к бетонным изделиям.

Таким образом, проведенные всесторонние исследования облицовочного материала показали, что данный материал относится к группе искусственных гранитов. Цвет материала бледно-розовый с серым оттенком. Структура – крупнозернистая с использованием в качестве заполнителя мелко-дробленой гранитной крошки с добавлением мраморных включений. В качестве вяжущего использован светлый цемент и полимерные вяжущие.

Проведенные испытания позволили установить, что прочность гранитных образцов на сжатие составляет  $R = 860,68 \text{ кг/см}^2$  (86,07 МПа) с учетом корректирующего коэффициента 0,75; прочность на растяжение  $R_t = 13,2 \text{ кг/см}^2$  (1,32 МПа); прочность пластин размером 15x40x3 см на изгиб равна  $R_{изг} = 172,7 \text{ кг/см}^2$  (17,27 МПа).

Средняя плотность материала  $\rho = 2,55 \text{ т/м}^3$ , что соответствует показателям средней плотности натуральных гранитов (2,5-2,7 т/м<sup>3</sup>).

В отличие от натуральных гранитов исследуемый материал обладает несколько повышенной водопроницаемостью и, следовательно,

пониженной морозостойкостью (в пределах F75-F100). Процент водопоглощения достигает 0,503% и более, что не свойственно натуральным гранитам.

Коэффициент линейного температурного расширения достигает значения  $\alpha_l = 2,1 \cdot 10^{-5}$  м/(м·град), что вызывает повышенную деформативность отдельных фасадных плит.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что поступившие на строительную площадку фасадные гранитные плиты могут быть применены в качестве облицовочного материала на строящемся объекте, хотя долговечность данных плит в условиях Харьковского климатического региона вызывает определенное опасение.

1.Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. – М.: Высш. шк., 1978. – 309 с.

2.Лужин О.В., Злочевский А.Б., Горбунов И.А., Волохов В.А. Обследование и испытание сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 264 с.

3.ГОСТ 23342-91. Изделия архитектурно-строительные из природного камня. – М., 1991.

4.Межгосударственный ГОСТ 9479-98. Блоки из горных пород для производства облицовочных архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Технические условия. – М., 1998.

5.ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. – М., 2000.

*Получено 05.04.2011*

УДК 693.54

И.Э.ЛИННИК, канд. техн. наук, В.В.ЯРЫЖКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

С.В.СИНИЙ, канд. техн. наук

*Луцкий национальный технический университет*

## **МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ БЕРЕГООУКРЕПЛЕНИЯ**

Предлагается классификация методов и приемов укрепления берегов, дается краткая характеристика каждого из способов. Приводятся примеры зарубежного и отечественного опыта укрепления береговой полосы.

Запропоновано класифікацію методів і прийомів укріплення берегів, наведено коротку характеристику кожного зі способів. Наведено приклади зарубіжного і вітчизняного досвіду укріплення берегової смуги.

Proposes classification of methods and receptions strengthening of coast is offered, the short characteristic each of ways. Examples foreign and domestic experience a shore are resulted.

*Ключевые слова:* укрепление берегов, береговая полоса, методы берегоукрепления.